RF PIN Regulator

by Ulrich Graf, DK4SX, **Ulrich.Graf@BenQ.com**

In order to fit an RF power control to a 2m transceiver, a variable PIN attenuator has been designed. Usually PIN attenuators are only useable up to a certain power level, above which they produce significant intermodulation distortion. In the available 2m transceiver the attenuator could be inserted only at a stage where RF levels of about +6 dBm were measured with IMD suppression better than 45dB. With the circuit shown, it was possible to adjust the power downward by a factor of 10 (10dB) while maintaining similar IMD performance.

The signal flow in the above circuit is from right to left. In se-quence from input to output, the circuit consists of a preset potentiometer R10 (see later) and two cascaded pi attenuators: R3-D2-R4 followed by R2-D1-R3. In order to provide reasonably good impedance matching under all conditions, the circuit was dimensioned to give a minimum attenuation of 2.5 dB and a minimum return loss of 10 dB. The highest attenuation is determined by the parallel combinations of D2 / R6 and D1 / R5. The IMD suppression becomes worse as the attenuation is increased (because the diode current is decreased) but the resistance in parallel with each diode ensures that the allowable IMD level is not exceeded. However, this design feature limits the maximum achievable attenuation from a single pi stage, so two pi stages had to be combined in series.

In order to obtain the lowest possible attenuation at the minimum setting, it was necessary to work with a quite high current through the diodes. The parallel resistors R2 and R3 have series capacitors to avoid shunting DC current away from the diodes. The parallel resistors R5 and R6 have slightly different values. R6 is a bit lower in resistance than R5, which means that this stage (D2) produces a little less attenuation. To compensate, the following stage can have a slightly higher attenuation without affecting IMD performance because it is 'protected' by the first stage. The series potentiometer R10 at the input is a miniature potentiometer that is used to adjust the basic gain in the TX chain.

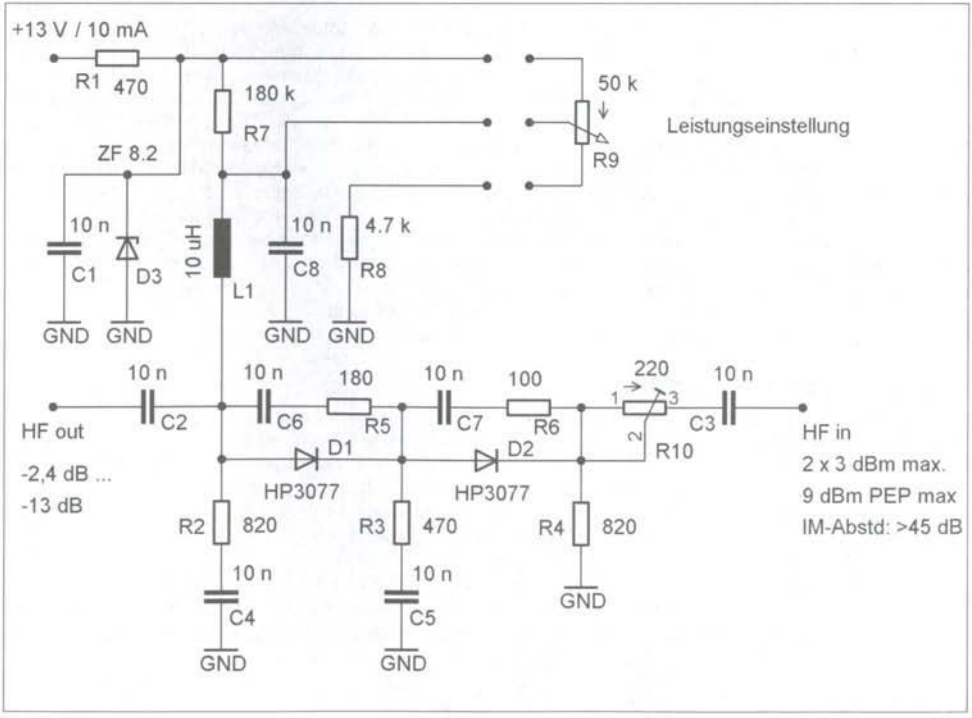

Fig.: Circuit Diagram

The voltage of the regulator is supplied by a Zener diode (D3) and stabilized to 8.2V in order to prevent changes of attenuation and output power due to different voltages when operat-ing with batteries. Total current consumption is 10mA. R7 is used for equalising the characteristic curve in order to get a quite linear response according to the angle of rotation of the potentiometer. If one needs a bit more than just the 10 dB of attenuation it is possible to increase the values of R5, R6 and the potentiometer, for the price of a few dB worse IM distortion.

Leistungs-PIN-Regler

von Ulrich Graf, DK4SX, Ulrich.Graf@BenQ.com

Zur Nachrüstung einer Leistungsregelung für einen 2 m-Transceiver wurde ein PIN-Regler entworfen. Üblicherweise sind PIN-Regelstufen nur bis zu einer bestimmten Leistungsgrenze brauchbar; darüber hinaus erzeugen sie erhebliche Intermodulationsstörungen. Im vorhandenen UKW-SSB-Transceiver konnte die Regelstufe jedoch nur an einer vorhandenen Schnittstelle eingefügt werden, an der HF-Pegel bis etwa +6 dBm zu messen waren. Mit der gezeigten Schaltung ließ sich die Leistung um den Faktor 10 (10 dB) abregeln, bei einem Intermodulationsabstand von >45 dB.

Die Schaltung setzt sich im Wesentlichen aus zwei Dämpfungsgliedern zusammen. R2, R3 und R4 bilden mit den Dioden D1 und D2 zwei hintereinander geschaltete PI-Glieder. Um eine Mindestanpassung zu gewährleisten, wurde diese so dimensioniert, dass sich eine geringste Dämpfung von etwa 2,5 dB ergab und eine Anpassung von 10 dB. Bei höchster Dämpfung bestimmt die Parallelschaltung aus D1 und R5 bzw. D2 und R6 die Durchlassdämpfung. Da im abgeregelten Zustand, also bei zunehmender Dämpfung die Aussteuerfähigkeit der Dioden bis zu einer gewissen Grenze abnimmt, also der Intermodulationsabstand geringer wird, entlastet der

Parallelwiderstand die Diode so weit, dass der Mindest-IM-Abstand nicht unterschritten wird. Da so allerdings die maximal erzielbare Dämpfung je PI-Glied nicht allzu hoch war, mussten zwei Glieder in Serie geschaltet werden.

Um die Einfügedämpfung möglichst gering zu halten, war es erforderlich, den Durchlassstrom durch die Dioden möglichst hoch auszulegen. Aus diesem Grund dürfen über die Parallelwiderstände bzw. über R2 und R3 keine DC-Ströme fließen, da sie Shuntzweige zu den Dioden bilden. Sie müssen daher mit Serienkondensatoren entkoppelt sein. Die Parallelwiderstände sind etwas unterschiedlich ausgelegt. R6 ist etwas niederohmiger; d.h. dieses Glied der Dämpfungskette macht etwas weniger Dämpfung. Da es aber das nachfolgende Glied entlastet, darf dieses dafür eine etwas höhere Dämpfung bewirken. Allerdings sind jetzt Eingang und Ausgang des Reglers genau festgelegt.

Der Serienregler R10 ist ein Miniaturpotentiometer, das der Einstellung der Grundverstärkung des Sendepfads dient. Um bei Batteriebetrieb die Dämpfung und damit die Sendeleistung nicht vom Ladezustand der Batterien abhängig zu machen, ist die Versorgung des Reglers über die Z-Diode D3 auf 8,2 V stabilisiert. Die Gesamtstromaufnahme ist 10 mA. R7 dient der Entzerrung der Regelkennlinie, damit die Dämpfung einigermaßen linear vom Drehwinkel des Pots abhängig ist. Wer etwas mehr als nur 10 dB Dämpfung benötigt, kann – unter Einbuße einiger dB am IM-Abstand – sowohl den Wert des Pots, als auch der Widerstände R5 und R6 erhöhen.